

INFLUENCIA DE LA IRRIGACION EN EL ATIZONAMIENTO DE LAS HOJAS DE ÑAME (*Dioscorea cayennensis*) POR *Curvularia eragrostidis* EN EL N.E. DE BRASIL

Influence of irrigation on leaf blight of yam (Dioscorea cayennensis) by Curvularia eragrostidis in the N.E. of Brasil

S.J. Michereff, R.A. Pedrosa, M.A. Noronha & R.B. Martins

Área de Fitossanidade, Departamento de Agronomia,
Universidade Federal Rural de Pernambuco,
52171-900, Recife, PE, Brasil (e-mail: sjm@rec.sol.com.br)

Palabras clave: epidemiología, *Curvularia eragrostidis*, ñame, *Dioscorea cayennensis*, irrigación
Key words: epidemiology, *Curvularia eragrostidis*, yam, *Dioscorea cayennensis*, irrigation

RESUMEN

El atizonamiento de las hojas (quemadura), causado por *Curvularia eragrostidis*, es una de las principales enfermedades del ñame (*Dioscorea cayennensis*) en el noreste brasileño. Por esto se analizó el progreso y patrón espacial de la enfermedad en cuatro áreas con plantaciones comerciales de ñame, dos irrigadas (A y B) y dos no irrigadas (C y D), localizadas en el municipio de Aliança, Estado de Pernambuco, Brasil.

En las áreas irrigadas, la cantidad inicial y la máxima severidad de la enfermedad, fueron superiores a las verificadas en las áreas no irrigadas. Utilizando el modelo de Gompertz, no se verificaron diferencias significativas entre las tasas de progreso de la enfermedad, siendo idénticas en las áreas A, B, C y ligeramente inferior en el área D. Los valores de área bajo la curva de progreso de la enfermedad fueron superiores en las áreas irrigadas, aunque con pequeña diferencia a lo constatado en el área D. En las áreas B, C y D, las plantas enfermas presentaron un patrón aleatorio, dentro y entre las líneas de plantación y el área A presentó un patrón agregado, especialmente entre las líneas.

Considerando estos resultados, es posible concluir que la irrigación no tuvo influencia significativa en la severidad de la mancha necrótica de las hojas de ñame ni en la agregación de plantas enfermas dentro de las áreas de plantación.

SUMMARY

Leaf blight, caused by *Curvularia eragrostidis*, is one of the main diseases of the yam in the Brazilian Northeast. In view of that importance, the progress and the spatial pattern of this disease were analyzed in four planting areas located in the county of Aliança, State of Pernambuco, Brazil being two irrigated (A and B) and two not irrigated (C and D).

In the irrigated areas, the initial and maximum amounts of disease severity were superior than those verified in the areas not irrigated. The application of the Gompertz model showed that disease progress rates for the areas A, B and C were identical however the area D presented rate slightly inferior. In the irrigated areas, the values of area under the disease progress curve were superior to those verified in the areas without irrigation, although with small difference from the value obtained in the area D. The areas B, C and D presented randomized pattern of diseased plants among and inside plantation lines, while in the area A the aggregation of diseased plants prevailed, mainly inside the lines.

These results did not evidence a significant influence of the irrigation in the severity of the yam leaf blight and in the aggregation of diseased plants inside the planting areas.

INTRODUCCION

El atizonamiento de las hojas ("quemado"), causado por *Curvularia eragrostidis* (Henn.) Meyer, constituye una importante enfermedad del ñame (*Dioscorea cayennensis* Lam.) en el noreste brasileño (Santos, 1996). El ñame, *Dioscorea* spp., es uno de los principales alimentos en áreas tropicales, entre las 14 especies cultivadas que producen tubérculos comerciales en los campos de producción del noreste brasileño, prevalece *Dioscorea cayennensis*, destacándose el estado de Pernambuco como principal productor a nivel nacional, con un área cultivada de 10.000 há (Santos 1996). Los síntomas característicos son manchas necróticas en las hojas, con coloración café oscura, de 2 a 3 cm de diámetro y frecuentemente rodeadas por una aureola amarilla (Moura, 1997). Un gran número de lesiones pueden causar el completo desfoliamiento de la planta, y reducciones de 35 a 40 % en el peso de los tubérculos comerciales (Emater/Ipa, 1985). Los restos de los cultivos y los tubérculos-semillas infestadas, constituyen las fuentes principales del inóculo primario de *C. eragrostidis* en plantaciones de ñame (Mignucci et al., 1985). Además, el inóculo fúngico puede provenir de otros hospedadores, debido a que esta especie, es causante de enfermedades en más de 30 taxa vegetales (Ellis, 1971; Farr et al., 1989).

En general, la irrigación aumenta la incidencia de enfermedades en las plantas, debido al aumento del período mojamiento foliar y de la humedad del aire en la copa, afectando la producción de esporas desde los cuerpos de fructificación, en la planta y/o en el suelo, como también por el aumento de la dispersión del inóculo por salpicamiento (Rotem & Palti, 1969 a; Lomas, 1991). No obstante, la gran expansión de plantaciones irrigadas de ñame en el noreste brasileño (Santos, 1996) y el potencial destructivo de la enfermedad en las hojas, no existen estudios epidemiológicos, tanto en Brasil, como en el mundo sobre el tema.

Al considerar la epidemia como un aumento de la enfermedad en una población, es fundamental comprender su dinámica temporal y espacial (Zadoks & Schein, 1979). Debido a esto, un mayor énfasis ha sido otorgado al estudio de la dinámica temporal, ya que el progreso de la enfermedad es la manifestación más evidente de la epidemia, al contrario, los aspectos espaciales, a pesar de su importancia, son generalmente menos obvios y consecuentemente poco investigados con precisión (Jeger, 1990).

En el análisis temporal de una enfermedad, la curva de progreso es la mejor representación de una epidemia. Interpretar las formas de esas curvas y determinar sus componentes, intensidad inicial y final, tasa de progreso, y área bajo la curva de progreso, hoy son imprescindibles para el manejo de ellas (Campbell & Madden, 1990;

Bergamin Filho, 1995). El análisis del patrón espacial de plantas enfermas es también un componente importante para la comprensión y manejo epidemiológico. El grado de agregación espacial de una enfermedad puede depender de la distancia de la fuente de inóculo, como de las variaciones en las condiciones físicas y de cultivo que acontecen dentro del campo. (Ferrandino, 1996).

Considerando el desconocimiento sobre la dinámica del atizonamiento de las hojas de ñame, el objetivo de este trabajo fue analizar la influencia de la irrigación en los aspectos temporales y espaciales de la enfermedad.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos fueron realizados durante el período de cosecha 1996/97, en cuatro áreas contiguas cultivadas con ñame en los últimos 3 años, localizadas en el municipio de Aliança, Estado de Pernambuco, noreste del Brasil (Tabla 1). La plantación fue efectuada en el sistema de camellones, a 0,30 m de profundidad, con un espaciamiento de 1,2 x 0,8 m entre y sobre las líneas, respectivamente. En cada planta fueron aplicados 500 g de residuos de caña de azúcar (descarte del proceso industrial) y 50 g de NPK (6-24-12). Los tubérculos, usados como semillas, pertenecieron a la variedad "Da Costa", de aproximadamente 250 g, previamente inmersos en una suspensión de benomil (0,075%) durante 5 min. Después de la siembra, la superficie del suelo fue cubierta con restos secos de caña de azúcar y luego de la emergencia, el crecimiento de las plantulas fue orientado por el sistema de tutores individuales, con varas de aproximadamente de 1,80 m de altura y 2,5 cm de diámetro.

Dos áreas fueron sometidas a irrigación (A y B) y en otras dos áreas (C y D), esta práctica no fue realizada. La irrigación fue diaria, con una frecuencia de 2 horas, con 4,5 mm de agua/día, iniciándose en el momento de la plantación de los tubérculos hasta 150 días después de su siembra. Los aspersores fueron instalados en el interior de cada parcela para conseguir una completa cobertura de riego del área sembrada. Las demás medidas de manejo del cultivo siguieron las recomendaciones oficiales (Emater/Ipa, 1985), con la excepción de la aplicación de fungicidas, que no fue efectuada en las parcelas.

Influencia de la irrigación en el progreso de la enfermedad.

La severidad (porcentaje de área foliar lesionada) del atizonamiento de las hojas, fue evaluada a intervalos regulares de 14 días, en 50 plantas por área y 5 hojas por planta, distribuidas en los tercios superiores, medio e inferior, con el auxilio de una escala diagramática de 0 a 32% del área foliar lesionada (Michereff, 1998). Las curvas de progreso de la enfermedad fueron estimadas para cada

Tabla 1.- Características de las áreas utilizadas en los análisis de las hojas de ñame (*Dioscorea cayennensis*).

Área	Tamaño (ha)	Fecha de plantación	Irrigación	^b (DDP)
A	4,0	11.11.96	Con ^a	193
B	2,0	10.12.96	Con ^a	188
C	2,0	30.01.97	Sin	185
D	3,0	18.02.97	Sin	191

^aIrrigación por aspersión, con turno de riego de 2 horas y 4.5 mm de agua/día, hasta 150 días después de la plantación.

^bRetirados los tubérculos comerciales y mantención de las plantas para la formación de tubérculos-semillas; DDP = días después de la plantación).

parcela, utilizando los valores de severidad en función del tiempo. Adicionalmente, los valores de severidad de la enfermedad (y), originales o transformados por $\ln(y)$, $\text{monit}(y) = \ln[1/(1-y)]$, $\text{logit}(y) = \ln[y/(1-y)]$ e $\text{gompit}(y) = -\ln[-\ln(y)]$ (Bergamin Filho, 1995), fueron ajustados utilizando regresión lineal simple, con el tiempo (t) en días después de la siembra (DDP), como la variable independiente. Los mejores ajustes fueron seleccionados en base al mayor coeficiente de determinación de la regresión (R^2), menor cuadrado medio del residuo (CMR) y dispersión aleatoria de los residuos (severidad estimada - severidad real). Las epidemias fueron comparadas en relación a: cantidad inicial (y_0) y máxima (y_{\max}) de severidad de la enfermedad, tasa absoluta de progreso de la enfermedad, tasa de progreso de la enfermedad (k), estimada por modelos de regresión, y área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), calculada según Shaner & Finney (1977) y "normalizada" conforme a Fry (1978).

Influencia de la irrigación en el patrón espacial de plantas enfermas. En el centro de cada área fue delimitada una parcela con 20 hileras contiguas con 80 plantas/hileras, donde fue efectuado el mapeamiento de las plantas enfermas y sanas a los 160 DDP. El tipo de patrón espacial de las plantas enfermas, fue determinado por el análisis de "ordinary runs" (Madden et al., 1982) y el ajuste de los datos a la distribución Beta-binomial (Hughes & Madden, 1993). Con el análisis de "ordinary runs" fue examinada la existencia de agregación entre plantas enfermas inmediatamente adyacentes dentro y entre las hileras. Un "run" (U), se describe como la sucesión de una o mas plantas enfermas o sanas. El número esperado de "runs" [$E(U)$], sobre la hipótesis nula de aleatoriedad, es dado por la expresión $E(U) = 1/[2m(N-m)/N]$, donde "m" es el número de plantas con síntomas y N es el número total de plantas por hilera. Un test normal [$Z(U)$] fue realizado para

determinar la significancia en la agregación de plantas enfermas, siendo que valores de $Z(U) < -1,64$ ($P=0,05$) indican rechazar la hipótesis de nulidad (patrón aleatorio), en favor de la hipótesis alternativa (patrón agregado). Con los resultados obtenidos, fueron calculados los porcentajes de hileras presentando agregación entre las plantas adyacentes y entre las plantas en hileras diferentes. Para examinar la presencia de agregación a diferentes escalas espaciales, los datos de incidencia de la enfermedad de cada área experimental fueron divididos en cuadriláteros de 16 plantas (4 hileras x 4 columnas) y analizándolos mediante el ajuste de la distribución Beta-binomial con el auxilio del programa BBD (Madden & Hugues, 1994). El análisis posibilitó la obtención del valor normal (Z) y la respectiva probabilidad [$P(Z)$] para el test $C(\alpha)$, asociado a la distribución Beta-binomial. Los valores de $Z \geq 1,64$ ($P \leq 0,05$), indican que el patrón de plantas enfermas se ajusta a la distribución Beta-binomial (patrón agregado).

Durante el periodo de ejecución de los experimentos, la temperatura fue de $28 \pm 7,3^\circ\text{C}$ y la humedad relativa de $88 \pm 8,4\%$ y la precipitación total de 835 mm, obtenidas mediante una estación meteorológica situada entre 980 y 1100m de las áreas experimentales.

RESULTADOS

Influencia de la irrigación en el progreso de la enfermedad. Las curvas de progreso de la severidad del atizonamiento de las hojas de ñame en las plantaciones irrigadas y no irrigadas, se encuentran representadas en la Figura 1. En las áreas irrigadas (A y B), las cantidades inicial (y_0) y máxima (y_{\max}) de severidad de la enfermedad fueron superiores a las verificadas en las áreas no irrigadas (C y D). Así, los valores de y_0 de A y B, fueron 0,24 y 0,12%,

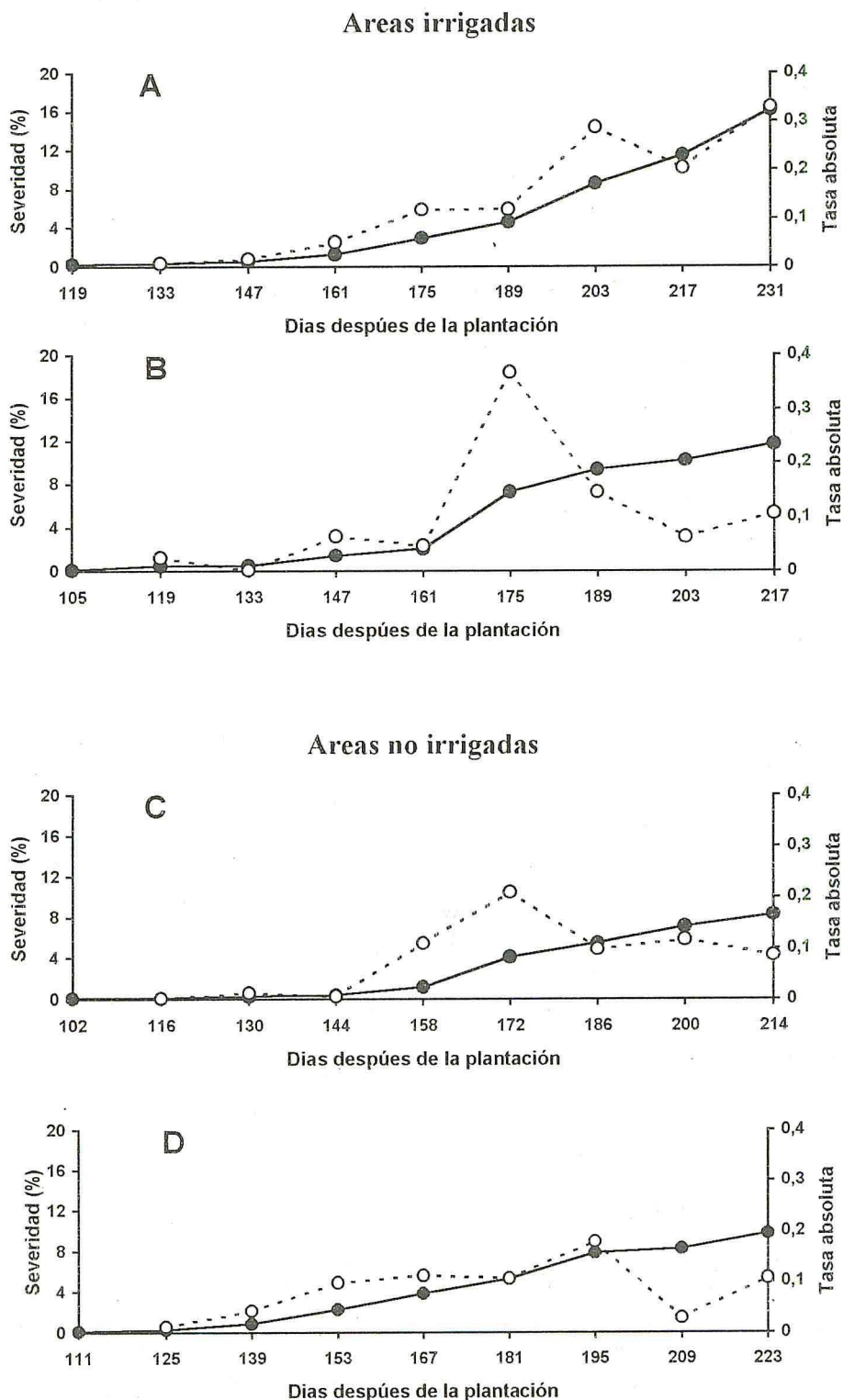


Figura 1.- Curvas de progreso (líneas continuas) y tasas absolutas de progreso (líneas de puntos) de la severidad del atizonamiento de hojas de ñame por *C. eragrostidis* en áreas irrigadas y no irrigadas.

Tabla 2.- Comparación de los modelos lineales para describir el progreso de la severidad de la infección en áreas irrigadas y no irrigadas.

Transformación ^a	k ^b	R ^{2c}	CMR ^d	k	R ²	CMR
Áreas irrigadas						
		A			B	
Datos originales	0,001	0,865	0,001	0,001	0,902	0,000
ln(y)	0,001	0,853	0,001	0,001	0,900	0,000
monit (y)	0,041	0,984	0,046	0,042	0,935	0,200
logit (y)	0,042	0,987	0,040	0,043	0,939	0,199
gompit (y)	0,011	0,987	0,003	0,011	0,957	0,009
Áreas no irrigadas						
		C			D	
Datos originales	0,001	0,887	0,000	0,001	0,968	0,000
ln(y)	0,001	0,885	0,000	0,001	0,966	0,000
monit (y)	0,047	0,957	0,167	0,040	0,889	0,339
logit (y)	0,048	0,958	0,167	0,041	0,896	0,333
gompit (y)	0,011	0,961	0,008	0,010	0,953	0,008

^aSegún Bergamin (1995).

^bTasa de progreso de la enfermedad, obtenida por regresión lineal simple ($y = a + bx$).

^cCoefficiente de determinación.

^dCuadrado medio del residuo.

Tabla 3.- Análisis del patrón espacial de la infección en hojas de ñame en áreas irrigadas y no irrigadas 160 días posteriores a la plantación.

Área	Incidencia ^a (%)	Análisis de runs ^b		Teste C(α) ^c	
		Agregación dentro la hilera (%)	Agregación entre hileras (%)	Z	P(Z)
Áreas irrigadas					
A	21,38	40,00	3,70	5,113	0,000
B	13,62	10,00	0,00	1,434	0,061
Áreas no irrigadas					
C	6,00	5,00	1,25	0,451	0,753
D	32,62	25,00	1,25	0,778	0,218

^aPorcentaje de plantas con síntomas, en relación al total de 1.600 plantas en cada parcela.

^bConforme Madden *et al.*, (1982), considerando 20 hileras contiguas y 80 plantas/hilera. Valores de Z < -1,64 indican que las plantas enfermas presentan un patrón agregado.

^cConforme Hughes & Madden (1992), considerando cuadriláteros con 16 plantas (4 x 4). Distribución normal (Z) el test C (α) y probabilidad asociada [P(Z)]. Valores de Z \geq 1,64 o P(Z) \leq 0,05 indican que las plantas enfermas presentan un patrón agregado.

respectivamente, mientras que y_{\max} fue de 16,12% (231 DDP) en A, y 11,70% (217 DDP) en B. En C y D, los valores de y_0 fueron de 0,08 y 0,10 %, respectivamente, e y_{\max} de 8,30 % a los 214 y 9,72% a los 223 DDP, respectivamente.

Aumentos bruscos en la severidad de la enfermedad fueron detectadas en las áreas A, B y C, asociados al inicio del estado reproductivo de las plantas (inicio de la floración) aproximándose a 165 DDP. No se obtuvo correlación significativa ($P=0,05$) entre la severidad del atizomamiento de las hojas con la temperatura media, humedad relativa, y precipitación pluviométrica.

El ajuste de los modelos de regresión con datos de severidad de las lesiones, con o sin transformación, para ln (y), monit (y), logit (y) y gompit (y), fueron comparados en términos del coeficiente de determinación y del cuadrado medio del residuo (Tabla 2). En las áreas A, B y C, las curvas de progreso de la enfermedad fueron mejor descritas cuando los valores de severidad fueron transformados para gompit (y), así como esta transformación permitió una mejor adecuación para el área D ($R^2 > 0,95$). La tasa de progreso de la severidad (k) para las áreas A, B, y C, fue idéntica (0,011 gompit /día) y para el área D ligeramente inferior (0,010 gompit /día), aunque sin diferencia significativa ($P=0,05$) de las otras.

En relación al área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), las áreas A y B (irrigadas), los valores fueron 4,71 y 4,61, respectivamente. Los valores de ABCPE fueron menores en las áreas no irrigadas (C y D), con valores de 2,82 y 4,15, respectivamente.

Influencia de la irrigación en el patrón espacial de las plantas enfermas. Utilizando el análisis de "ordinary runs" (Tabla 3), las plantas de ñame con síntomas en las hojas, en las áreas B, C y D, presentaron una fuerte tendencia al patrón aleatorio, dentro de las hileras y entre las hileras de plantación, mientras que en el área A, fue verificada la agregación de plantas enfermas, dentro las hileras, en un 40% de éstas. En el estudio de ajuste de la distribución Beta-binomial, fueron confirmados los resultados obtenidos por el análisis de "ordinary runs", ya que sólo en el área A, fue evidente la agregación de plantas enfermas, con el valor de Z muy superior a 1,64 ($P \leq 0,05$). Por el análisis del patrón espacial, no fue observada correlación significativa ($P=0,05$) entre los niveles de incidencia y el grado de agregación de plantas enfermas.

DISCUSION

Considerando la media de los valores de y_{\max} en las áreas irrigadas y no irrigadas del ñame, una mayor severidad de la enfermedad fue verificada en la segunda situación. Por otro lado, al considerar las tasas de progreso de la enfermedad (k), se esperaba obtener un efecto diferencial

mas evidente de la irrigación, teniendo en cuenta las observaciones de Velga *et al.* (1971) y Santos (1996), donde es mayor la severidad de la enfermedad en condiciones de alta humedad relativa del aire y lluvias frecuentes, semejante a lo constatado en otros patosistemas (Curl & Weaver, 1958; Rotem & Palti, 1969b; Whiteside, 1970; Timmer *et al.*, 1980; Alvarez *et al.*, 1986).

Considerando la transformación gompit (y), las tasas de progreso de severidad de la enfermedad en las áreas irrigadas o no irrigadas ($0,010 < k < 0,011$), éstas fueron similares a las verificadas en otras manchas foliares ($0,010 < k < 0,080$) (Plaut & Berger, 1981; Conway *et al.*, 1987; Fontem *et al.*, 1991; Ringer & Grybauskas, 1995; Ntahimpera *et al.*, 1996; Mihail *et al.*, 1997) y menores de las constatadas en royas ($0,023 < k < 0,47$) (Berger & Luke, 1979; Luke & Berger, 1982; Carmo *et al.*, 1994; Farrera, 1994; Maffia & Berger, 1995).

Las esporas aéreas, como las de *C.eragrostidis*, normalmente no necesitan de agua para su dispersión. Además de eso, conforme a Rotem & Palti (1969a), la irrigación diurna generalmente no estimula la esporulación, debido a que es muy breve, o porque muchos patógenos no esporulan en la luz. Además del tipo de irrigación otros factores, como: la cantidad de agua utilizada en cada aplicación, los intervalos entre irrigaciones sucesivas y la hora de irrigación, pueden tener efectos pronunciados en el patógeno. Solamente la irrigación por aspersión aplicada por un largo período, puede inducir la esporulación directamente. La clave para el efecto de la irrigación en el progreso de enfermedades de plantas, son las interacciones entre las condiciones creadas por la irrigación, factores ambientales y la naturaleza específica del patógeno y del cultivo. Adicionalmente, Rotem & Palti (1969a), establecieron un esquema para predecir los efectos de la irrigación por aspersión sobre el desarrollo de enfermedades, en condiciones de baja disponibilidad de agua, considerando los siguientes aspectos: 1) clima del cultivo – a menor humedad relativa y menor número de horas de riego, más marcado será el efecto de la aspersión; 2) características del patógeno- a) entre mas tarde por la mañana es la dispersión de esporas, menor será el efecto de la aspersión- b) entre más resistentes sean las esporas al desecamiento, menor será el efecto de la aspersión- c) entre menor es el tiempo requerido por el patógeno para establecerse en el hospedero, más pronunciado es el efecto de la irrigación.

Los aumentos bruscos en la severidad del atizomamiento de las hojas, parecen estar más asociados al paso de las plantas a su estado reproductivo, considerado crítico para el ñame en términos de estrés (Santos, 1996), como lo observado en las áreas A, B y C, por el proceso a que fueron sometidas las plantas al final de este estado fenológico.

Considerando que las áreas experimentales eran

contiguas, sometidas al mismo manejo, era improbable obtener diferencias en los niveles de severidad en función de las diferencias en las cantidades de infección o en la virulencia de los aislamientos del patógeno. La ausencia de diferencias significativas en las tasas de progreso de la enfermedad entre áreas irrigadas y no irrigadas, pudo ser debida a la alta pluviosidad verificada en la región durante el período de cosecha 1996/1997.

La predominancia del patrón aleatorio de plantas enfermas dentro y entre las hileras, en las áreas B, C y D, indica que el patógeno ocurrió aleatoriamente o por lo menos que la enfermedad se expresó aleatoriamente, independientemente de la irrigación. No es posible afirmar, que esa tendencia fue en función de la inexistencia de fuentes de inóculo local y/o de menor flujo de inóculo externo.

Las descripciones estadísticas, aunque no expliquen los mecanismos responsables por el patrón espacial (Campbell & Madden, 1990), patrones aleatorios indican que el patógeno no se dispersó a lo largo de las hileras, o si

lo fue, no indujo síntomas de forma agregada (Campbell *et al.*, 1984), mientras que en patrones agregados de plantas enfermas, sugiere que existió una diseminación planta a planta, o que el inóculo estaba espacialmente agregado. En relación a la diseminación, resultan generalmente patrones aleatorios del inóculo, que llegan a una población de plantas desde una fuente distante (inóculo exógeno), mientras que patrones agregados, se asocian característicamente con una fuente de inóculo próxima, o dentro de las poblaciones del hospedador (Burdon, 1987).

Como la dispersión del inóculo, es resultante de las características reproductivas, diseminativas e interactivas de un patógeno, el patrón básico, refleja la heterogeneidad de las condiciones del campo y las fuentes de inóculo (Gaunt & Cole, 1992), deben realizarse estudios adicionales sobre la dispersión del inóculo de *C. eragrostidis*, para entender mejor la influencia de la irrigación en la dinámica del atizonamiento de las hojas del ñame y para establecer medidas adecuadas de manejo para la enfermedad.

REFERENCIAS

- Alvarez, J.A.D.; Manrique, O.B. & Alonso, R.R. (1986). Influencia del régimen de riego en la incidencia de la mancha grasienta (*Mycosphaerella citri* Whiteside). Revista Centro Agrícola 13:51-59
- Bergamin Filho, A. (1995). Curvas de progreso da doença. In: Bergamin Filho, A.; Kimati, H. & Amorim, L. eds. Manual de fitopatología: principios e conceitos. 3. ed. Agronômica Ceres, São Paulo. pp.602-626
- Berger, R.D. & Luke, H.H. (1979). Spatial and temporal spread of oat crown rust. Phytopathology 69:1199-1201
- Burdon, J.J. (1987). Diseases and plant population biology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Campbell, C.L.; Jacobi, W.R.; Powell, N.T. & Main, C.E. (1984). Analysis of disease progression and the randomness of occurrence of infected plants during tobacco black shank. Phytopathology 74:230-235
- Campbell, C.L. & Madden, L.V. (1990). Introduction to plant disease epidemiology. John Wiley & Sons, New York.
- Carmo, M.G.F.; Maffia, L.A. & Haller, M.C.P. (1994). Progreso e disseminação da ferrugem do feijoeiro nos sistemas de monocultivo e de consórcio com o milho. Fitopatologia Brasileira 19:413-419
- Conway, K.E.; Motes, J.E. & Bostian, B. (1987). Cercospora blight development on asparagus fern and effects of fungicides on disease severity and yield. Plant Disease 71:254-259
- Curl, E.A. & Weaver, H.A. (1958). Diseases of forage crops under sprinkler irrigation in the Southeast. Plant Disease Reporter 42:637-644
- Ellis, M.B. (1971). Dematiaceous Hyphomycetes. CMI, Kew.
- Emater/Ipa. (1985). Sistemas de produção para cará da Costa: Agreste Setentrional, Agreste Meridional e Mata Norte. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Pernambuco/ Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, Recife.
- Farr, D.F.; Bills, G.F.; Chamuris, G.P. ; Rossman, A.V. (1989). Fungi on plants and plant products in the USA. The American Phytopathological society, St. Paul.
- Farrera, P.R.E. (1994). Comparación de las funciones Monomolecular, Logística y Gompertz para describir el desarrollo de la roya del café. Fitopatología Venezolana 7:36-41
- Ferrandino, F.J. (1996). Two-dimensional distance class analysis of disease-incidence data: problems and possible solutions. Phytopathology 86:685-691
- Fontem, D.A.; Berger, R.D.; Weingartner, D.P. & Bartz, J.A. (1991). Progress and spread of dark leaf spot in cabbage. Plant Disease 75:269-274
- Fry, W.E. (1978). Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. Phytopathology 68:1650-1655
- Gaunt, R.E. & Cole, M.J. (1992). Spatial analysis of wheat stripe rust epidemics. Crop Protection 11:131-137
- Hughes, G. & Madden, L.V. (1993). Using the beta-binomial distribution to describe aggregated patterns of disease incidence. Phytopathology 83:759-763
- Jeger, M.J. (1990). Mathematical analysis and modeling of spatial

- aspects of plant disease epidemics. In: **Kranz, J.** ed. Epidemics of plant diseases: mathematical analysis and modeling. 2. ed. Springer-Verlag, Heidelberg. pp.53-95
- Lomas, J.** (1991). Sprinkler irrigation and plant disease under semi-arid climatic conditions. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 21:365-370
- Luke, H.H. & Berger, R.D.** (1982). Slow rusting in oats compared with the logistic and Gompertz models. Phytopathology 72:400-402
- Maffia, L.A. & Berger, R.D.** (1995). Models of plant disease epidemics. I: progress of bean rust over time. Fitopatologia Brasileira 20:422-428
- Madden, L.V. & Hughes, G.** (1994). BBD - computer software for fitting the beta-binomial distribution to disease incidence data. Plant Disease 78:536-540
- Madden, L.V.; Louie, R.; Abt, J.J. & Knoke, J.K.** (1982). Evaluation of tests for randomness of infected plants. Phytopathology 72:195-198
- Michereff, S.J.** (1998). Queima das folhas do inhame: quantificação, levantamento da intensidade e dinâmica espaço-temporal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. (Tese de Doutorado).
- Mignussi, J.S.; Garcia, M.C. & Vlade, H. C.** (1985). Enfermedades, plagas y deficiencias nutricionales de las plantas de ñame. Universidad de Puerto Rico, Mayaguez.
- Mihail, J.D.; McGraw, R.L.; Verslues, P.E. & Taylor, S.J.** (1997). Episodic dynamics of tar spot of annual lespedeza within and among years. Plant Disease 81:535-540
- Moura, R.M.** (1997). Doenças do inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam. var. *rotundata* Poir). In: **Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A. & Rezende, J.A.M.** eds. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 3. ed. Agronômica Ceres, São Paulo. pp.463-47
- Ntchimpera, N.; Dillard, H.R.; Cobb, A.C. & Seem, R.C.** (1996). Anthracnose development in mixtures of resistant and susceptible dry bean cultivars. Phytopathology 86:668-673
- Plaut, J.L. & Berger, R.D.** (1981). Infection rates in three pathosystems initiated with reduced disease severities. Phytopathology 71:917-921
- Ringer, C.E. & Grybauskas, A.P.** (1995). Infection cycle components and disease progress of gray leaf spot on field corn. Plant Disease 79:24-28
- Rotem, J. & Palti, J.** (1969a). Irrigation and plant diseases. Annual Review of Phytopathology. 7:267-288
- Rotem, J. & Palti, J.** (1969b). Prediction of effects of overhead irrigation on air-borne plant diseases in rainless seasons. Annales de Phytopathologie 1:49-50
- Santos, E.S.** (1996). Inhame (*Dioscorea* spp.): aspectos básicos da cultura. Empresa Paraíba de Pesquisa Agropecuária, João Pessoa.
- Shaner, G. & Finney, R.E.** (1977). The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. Phytopathology 67:1051-1056
- Timmer, L.W.; Reeve, A.J. & Davis, R.M.** (1980). Epidemiology and control of citrus greasy spot on grape fruit. Phytopathology 70:863-867
- Veiga, A.F.S.L.; Moura, R.M. & Sena, R.C.** (1971). Aspectos fitossanitários do cará inhame, variedade da costa (*Dioscorea cayennensis* Lam.), no Nordeste do Brasil. Secretaria da Agricultura do Estado de Pernambuco, Recife.
- Whiteside, J.O.** (1970). Etiology and epidemiology of citrus greasy spot. Phytopathology 60:1409-1414